



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Skøn af sandkorns friktionsvinkel

Jacobsen, Moust

Publication date:
1970

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Jacobsen, M. (1970). *Skøn af sandkorns friktionsvinkel*. Danmarks Ingeniørakademi, Bygningsafdelingen Aalborg. Rapport Nr. 1

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Skøn af sands friktionsvinkel.

SAND BETRAGTET SOM REN FRIKTIONSJORD

I det følgende behandles i kort form resultaterne af en større forsøgsserie på sand udført i det nye triaxialapparat på Danmarks Geotekniske Institut i årene 1966-68. Til sammenligning anføres resultater fra en forsøgsserie i et ældre triaxialapparat.

De resultater, der behandles her, er kun triaxialforsøgenes brudværdier, og sand betragtes her simpelthen som et kohæsionsløst materiale med friktionsvinklen ϕ_{tr} , uanset at målingerne viser, at tætlejret sand er i besiddelse af nogen kohæsion.

Formålet med dette memo er at opstille og begrunde en formel for sands friktionsvinkel, der er lettere og billigere at arbejde med i praksis end den af normerne afledede formel og som samtidig giver mere tilfredsstillende overensstemmelse med forsøgsresultater.

Grundbegreber

I et triaxialapparat udføres forsøg med en cylindrisk prøve, der påføres en alsidig, konstant belastning σ_3 og derefter belastes til brud ved en ekstra lodret påvirkning $\sigma_1 - \sigma_3$. Under forsøget måles den lodrette deformation af prøven ϵ_1 og prøvens volumenændring ϵ_v . Forsøgsresultaterne afbildes normalt som vist på fig. no 1.

Den kraftigt optrukne kurve angiver samhørende værdier af $(\sigma_1 - \sigma_3, \epsilon_1)$. Maximumsværdien af $(\sigma_1 - \sigma_3)$ defineres her som brudværdien $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$.

Den svagere kurve angiver samhørende værdier af (ϵ_v, ϵ_1) . I begyndelsen af det viste forsøg formindskes prøvens volumen for senere at forøges. Kurven har et retlinet forløb gennem

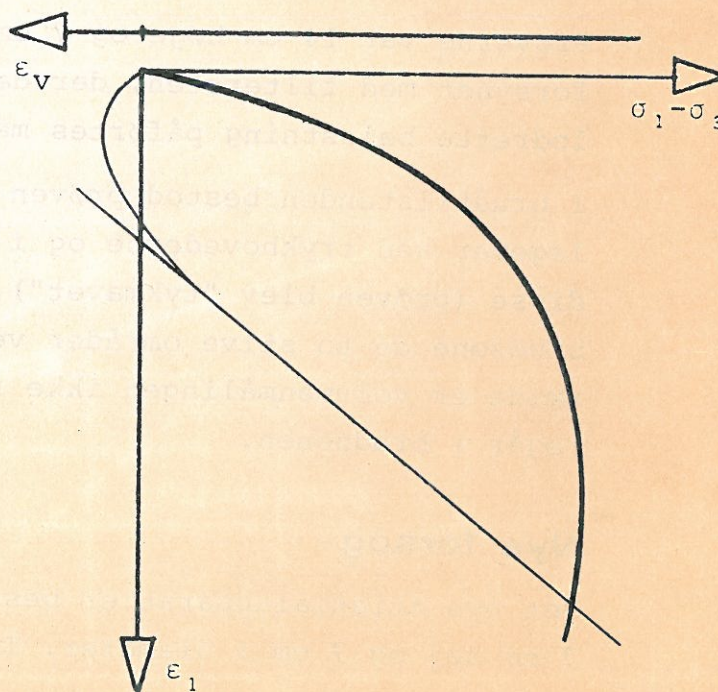


fig. 1

brud. $\left(\frac{\delta \epsilon_v}{\delta \epsilon_1}\right)_f$ er en konstant og et mål for prøvens dilatation.

Brudværdien kan afbildes i et $(\sigma_1 + \sigma_3, \sigma_1 - \sigma_3)$ -diagram sammen med brudværdier fra andre forsøg med samme sandsort og samme lejringstæthed, men andre alsidige tryk σ_3 (fig. no 2).

Hvis sandet var en ren friktionsjord, ville punkterne ligge på en ret linie gennem nulpunktet med hældningen $\sin \phi$. Sand indeholder dog nogen kohæsion, der repræsenteres ved et lodret afskåret stykke på koordinataksen.

I det følgende vil vi se bort fra denne kohæsion og antage, at sandets

friktionsvinkel er ϕ_{tr} . Det svarer til, at den rette linie sænkes. De følgende betragtninger er altså lidt på den sikre side.

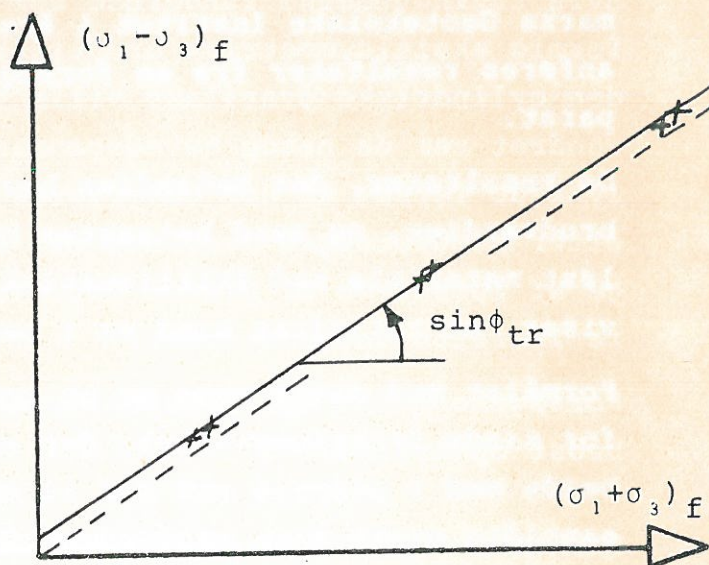


fig. 2

Ældre forsøg

I GIB no 8 er angivet resultatet af en forsøgsserie på G-12 sand i det amerikanske triaxialapparat.

Prøverne var 14 cm høje og 7 cm i diameter. Trykhovederne var forsynet med filtersten, der dækkede prøvens endeflader. Den lodrette belastning påførtes med lodder.

I brudtilstanden bestod prøven derfor af stive kegleformede legemer ved trykhovederne og i bedste fald en brudzone mellem disse (prøven blev "tykmavet"), men ofte adskilte kun en smal brudzone de to stive områder ved trykhovederne. I sådanne tilfælde er volumenmålingen ikke repræsentativt for det, der foregår i brudzonen.

Nye forsøg

Det nye triaxialapparat er beskrevet i GIB no 27. Prøven er 7 cm høj og 7 cm i diameter. Trykhovederne er gjort "glatte"

ved at belægge trykhovedet med glas, membraner og siliconfedt, og det optimale membranantal er bestemt ved forsøgsserier, således som beskrevet i GIB no 27. Forsøgene blev udført med konstant hastighed i brud.

Hvis trykhovederne fungerede som helt glatte ender, kan en ensformig aksialsymmetrisk brudtilstand opnås. På såvel ender som den cylindriske overflade ville τ være lig med 0, og lodret og vandret var da netop hovedspændingsretningerne. I de mest vellykkede forsøg er der observeret prøver, der var cylindriske efter brudforsøget svarende til den førømtalte tilstand. I mange af forsøgene er prøven dog blevet noget pudeformet for store lodrette deformationer.

Forsøgene i det nye triaxialapparat må i dag betragtes som de bedst opnåelige.

Sammenligning mellem ældre og nye forsøg

Med det såkaldte G-12 sand er udført 40 forsøg i det amerikanske triaxialapparat, idet der for 8 lejringer er udført 5 gentagelser. I det nye apparat er udført 45 forsøg, 3 forskellige lejringer med 5 spændingsniveauer og 3 gentagelser.

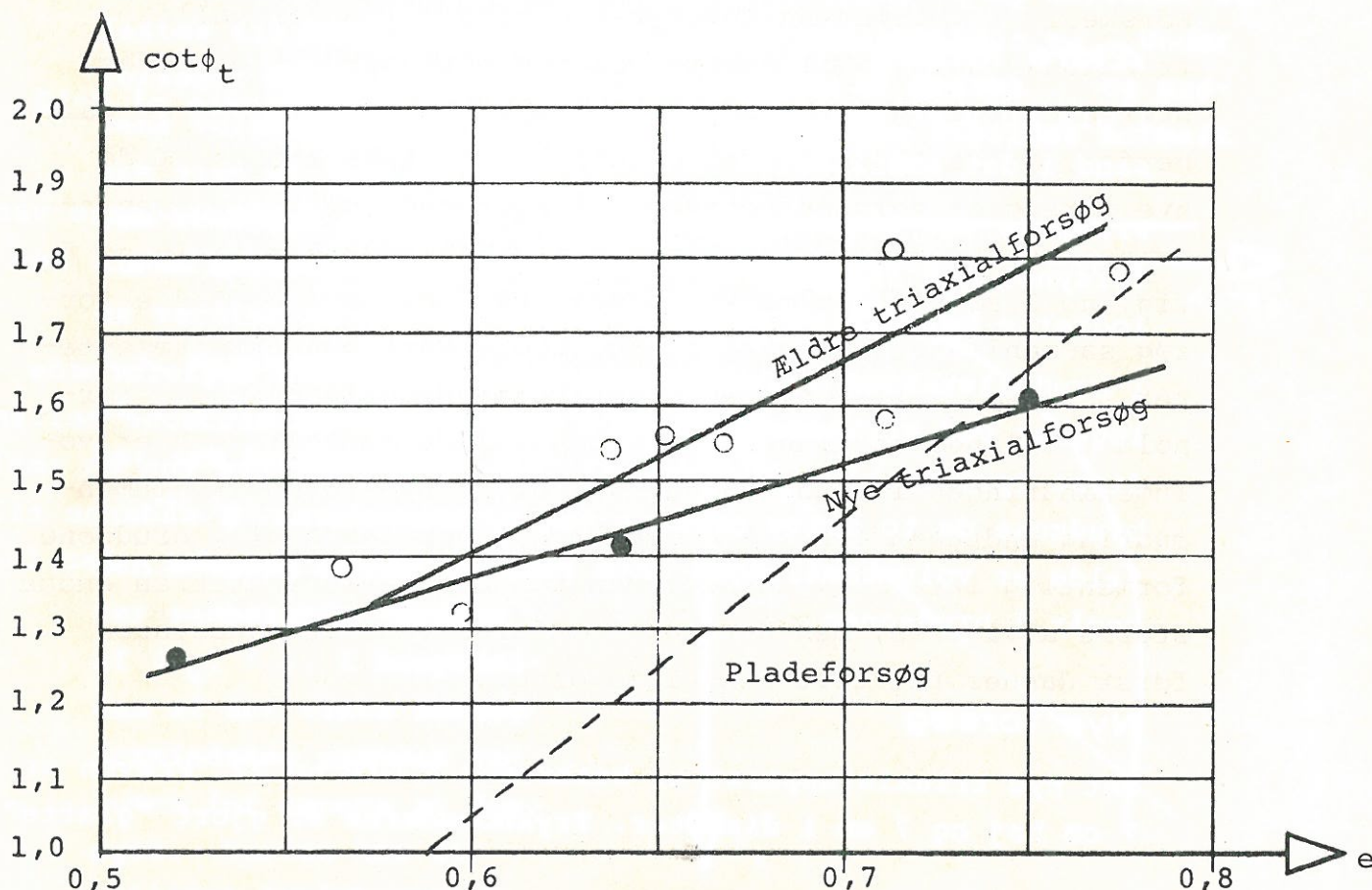


fig. 3

Forsøgene er afbildet på figur no 3. Det ses, at der er overensstemmelse for faste lejringer, medens der konstateres en betydelig afvigelse ved løse lejringer (nyt app. $\phi_{tr} = 31^{\circ}8$; gammelt app. $\phi_{tr} = 29^{\circ}5$ for $e = 0,75$).

Der er endvidere med punkteret linie vist de i GIB no 8 refererede pladebelastningsforsøg på G-12 sand. Hvis man på grundlag af pladeforsøgene og de nye triaxialforsøg søgte at vurdere forskellen på plan og triaxial friktionsvinkel, ville man finde at den plane friktionsvinkel i løse lejringer kunne blive mindre end den triaxiale!

Afvielser mellem nye og gamle forsøg kan have forskellige årsager.

Således er løse lejringer meget følsomme over for stød og pludselige kraftændringer. Ved en lodbelastning opstår derfor en mulighed for for tidlig kollaps af prøven.

Dannelsen af en smal brudflade åbner mulighed for udvikling af progressivt brud i prøven. Imidlertid har forsøgenes arbejdskurver et meget fladt maksimum. Sandet svækkes altså kun lidt ved store deformationer, og virkningen af progressivt brud kan derfor ikke være stor.

Forskelle i volumenændringer kan derimod give forskelle i friktionsvinkler. Til større volumenændringer må forbruges større energi og friktionsvinklens størrelse vil være et mål herfor, såfremt den lodrette deformation ikke ændres. I de nye forsøg er volumenændringen så stor som mulig. Volumenændringerne kan sammenlignes for $e = 0,64$, idet der i GIB no 8 fig. no 2 er vist en række forsøg. På fig. no 4 er disse forsøg sammenlignet med nye forsøg, hvor hvert punkt repræsenterer 3 forsøg. Afbildningen viser volumenændringen $d\varepsilon_v$ i forhold til længdeændringen $d\varepsilon_l$ i brud. I de ældre forsøg er volumenændringen i brud kun ca. 60% af de nye forsøgs volumenændring undtagen for små kammertryk, hvor den smalle brudzone formentlig ikke blev dannet. Man kunne have forventet en endnu større afvigelse, men det kan forklares ved, at brudfladen først dannes relativt sent i forsøget.

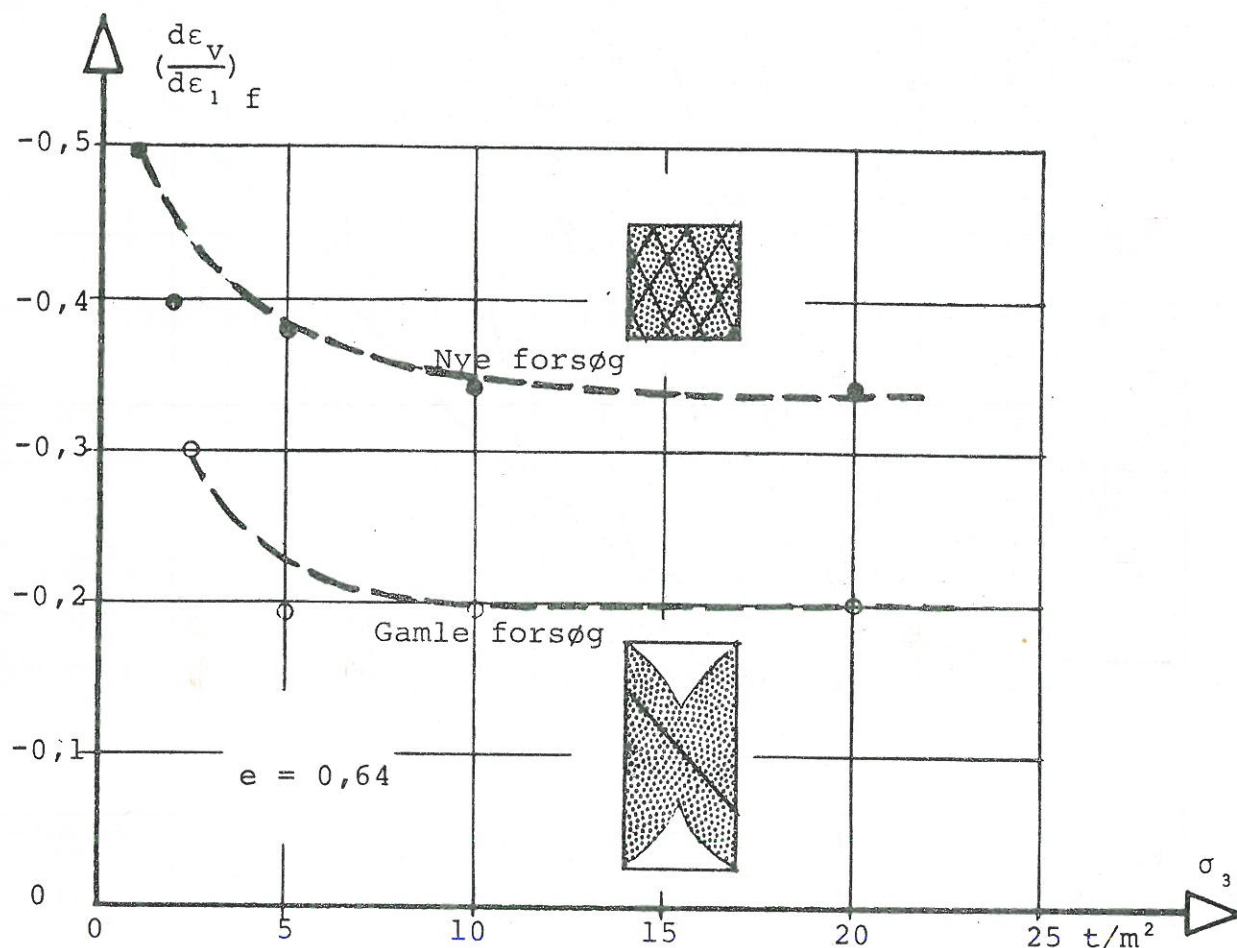


fig. 4

Ældre forsøg på andre sandsorter

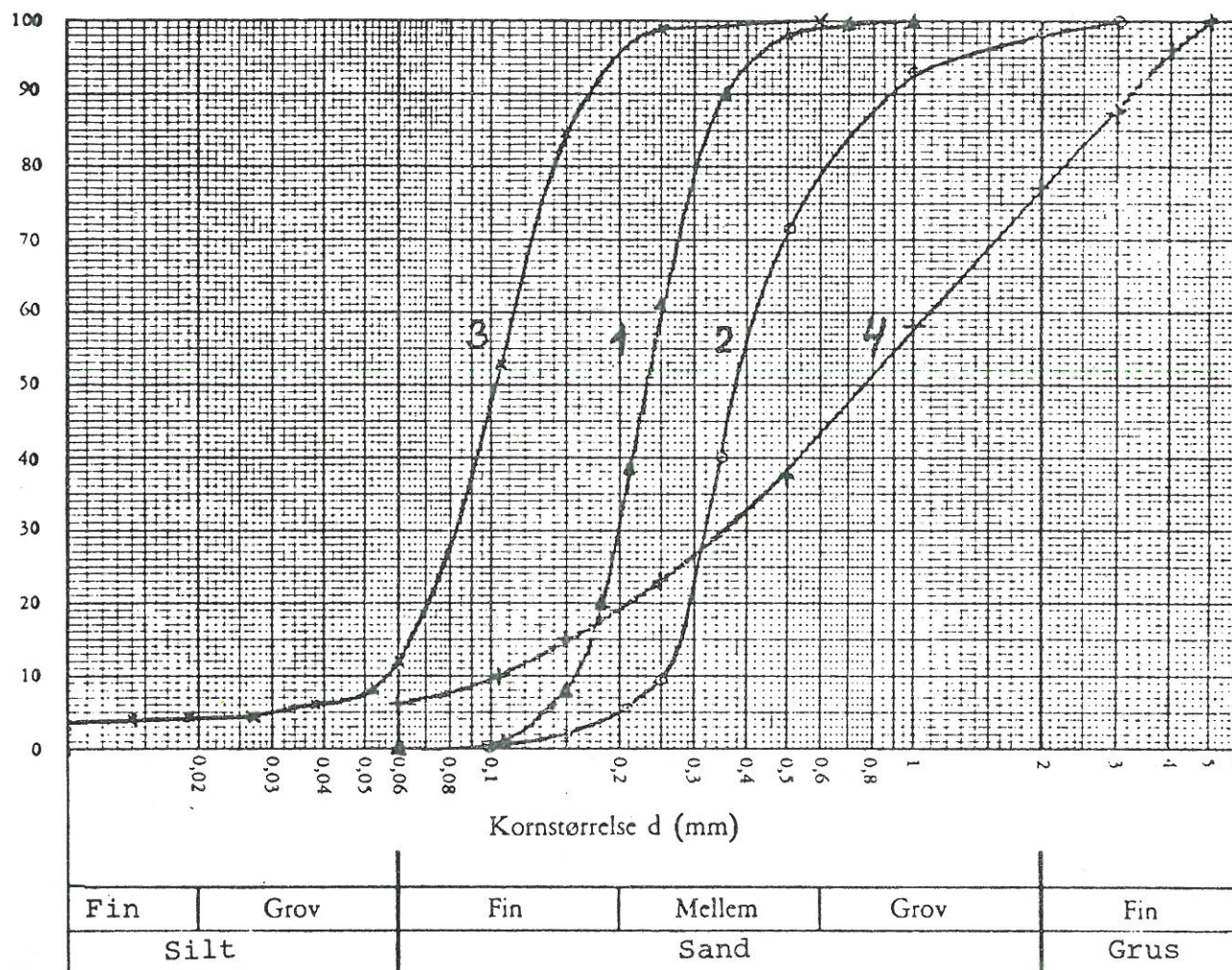
I DGIIM 1966-2 har N.H. Christensen bearbejdet et materiale bestående af 46 sandprøver for hvilke der forelå oplysninger om friktionsvinkel ϕ_{tr} , relativ lejringstæthed I_D , uensformighedstal U , middelkorndiameter d_{50} og en korrektion af friktionsvinklen $\Delta\phi_s$ for kornformen, der beror på et rent subjektivt skøn.

N.H. Christensen har herved fundet følgende formel ad statistisk vej:

$$\phi_{tr} = 28.2 + 0.4U + 1.6 \log_{10} \frac{d_{50}}{1 \text{ mm}} + 10I_D \quad (\text{NHC 1})$$

middelfejlen er 1.5.

korrektion for kornform forøger ikke nøjagtigheden i fastsættelsen af ϕ_{tr} og udelades derfor i (NHC 1).



	G-12 sand		Læsøsand		Lyngbyvejsand		Stabilt grus	
	no 1	n	no 2	n	no 3	n	no 4	n
Signatur	▲▲▲		○●○		×××		+++	
Kornkurve		12		5		3	< 16 mm	5
Middelkorndiameter d_{50}	0,23		0,39		0,10		0,78	
Uensformighedstal $U = d_{60}/d_{10}$	1,6		1,8		2,0		10,7	
Kornvægtfylde γ_s	2,65		2,66	5	2,64	5	2,67	5
Lejringstæthed e_{max}	0,83	16	0,68	5	0,92	5	0,78	5
e_{min}	0,53	16	0,46	5	0,52	5	0,35	5
Saltindhold i %	0,10	3	0,06-0,17	2-3	0	3	0	3
Kornform	afrundet		kraft.afr.		let afr.		afrundet	
$\Delta\phi_s$	-2°		-3°		-1°		-2°	

h=0.7

0.8

0.75

0.55

På grundlag af funderingsnormerne er opstillet følgende udtryk:

$$\phi_{tr} = 30.2 - 3.2/U + (14.1 - 4.3/U) I_D \quad (\text{FUN})$$

idet ϕ_{tr} herefter korrigeres for kornform og kornstørrelse ved tillæg af $\Delta\phi_s$.

Nyere forsøg på andre sandsorter

For at kunne danne sig et billede af andre sandsorters friktionsvinkel målt i det nye apparat er der udført tre ens forsøgsserier på tre forskellige sandsorter, der er udvalgt således, at de i formler (NHC 1) og (FUN) indgående konstanter varierer mest mulig. Medregnes forsøgene på G 12 sand er der udført ialt 107 forsøg. På den baggrund må resultater herfra anses for at være af stor værdi, selv om der kun er behandlet fire sandsorter.

De fire sandsorter er

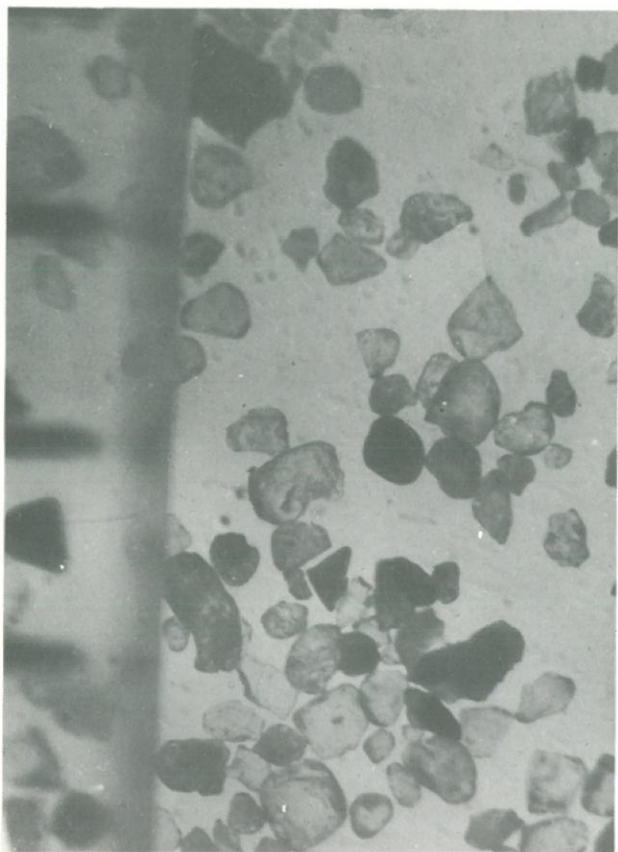
G-12 sand	[1]
Læsø sand	[2]
Lyngbyvej sand	[3]
Stabilt grus med $d < 16$ mm	[4]

På side 8 er vist fotografier af de fire sandsorter, taget i mikroskop. Afstanden mellem de sorte linier i venstre side af billedet er 1 mm.

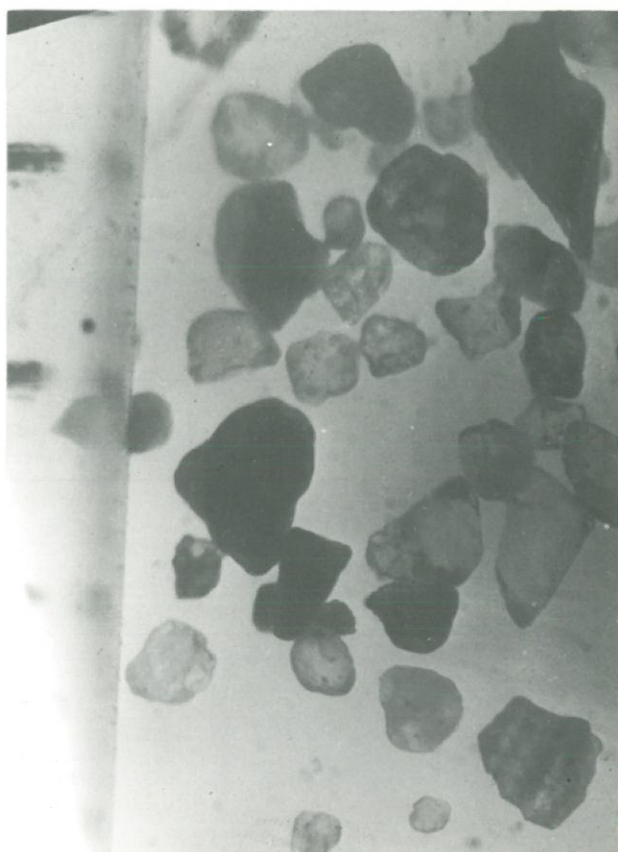
Klassifikationsegenskaberne fremgår af side 6. Der er endvidere angivet, hvor mange forsøg, der ligger til grund for de enkelte talværdier. Kornformen er angivet af DGI's konsultative laboratorium og må således antages at svare til normalt skøn.

Det ses, at uensformighedstallet varierer fra 1,6-10,7 og middelkorndiametren fra 0,1-0,78. Forsøgene er udført med så stor spredning af den relative lejringsstæthed som mulig. I enkelte tilfælde er $I_D > 1$, svarende til, at den lejningsmetode, der er anvendt i triaxialforsøg (inddrysning), pakker sandet bedre end den standardiserede metode til bestemmelse af e_{min} (indstampning).

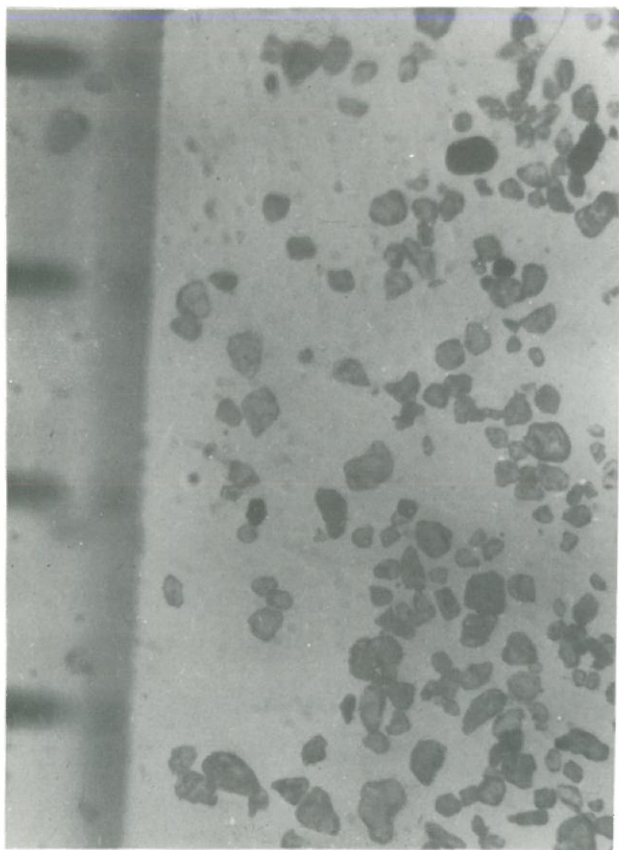
Triaxialforsøgenes brudværdier er vist på bilag no 1-4. Endvidere er c og ϕ_{tr} bestemt ad statistisk vej. På diagrammerne repræ-



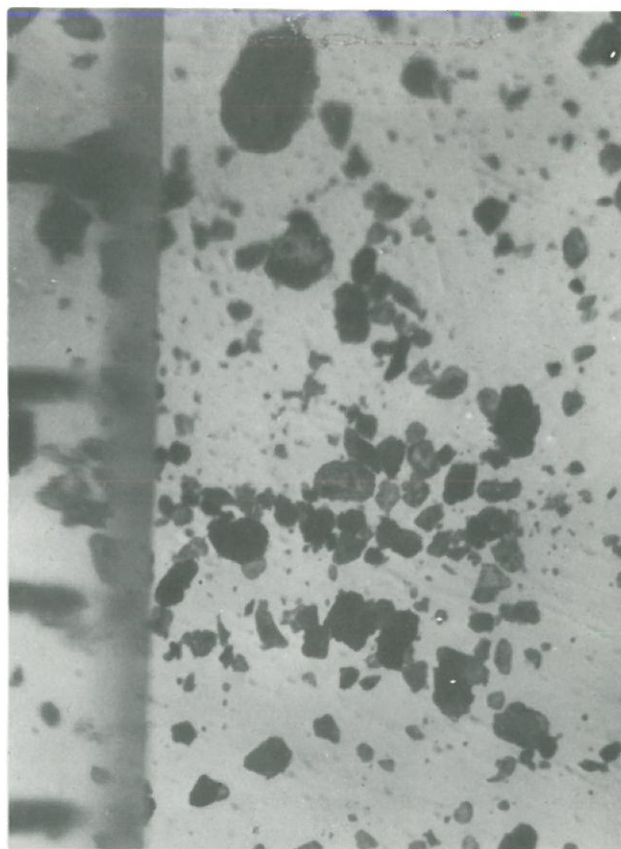
G-12 sand



Læsø sand



Lyngbyvej sand



Stabilt grus

senterer hvert punkt mindst et forsøgsresultat. Disse afviger i visse tilfælde så lidt at det er vanskeligt at skelne punkter. Den statistisk fordelagtigste rette linie er vist. Konfidensgrænserne er ikke tegnet op, fordi disse ligger meget nær den rette linie. Nogle af punkterne ligger således uden for konfidensgrænserne.

Hver enkelt lejring er her behandlet for sig. En bedre metode består naturligvis i at behandle hver sandsort for sig, altså at tage variationen med poretalet ind i den statistiske behandling (f.ex. ved at anvende Kerisels formel), således at c og ϕ_{tr} beskrives som funktion af poretalet.

I de simple betragtninger, der her skal anlægges, er det tilstrækkeligt at gøre opmærksom på, at to værdisæt vil ændres (inden for konfidensgrænserne), nemlig

Stabilt grus,	
løs lejring	$(c, \phi_{tr}) = (0.3, 39.9) \Rightarrow (1.2, 38.0)$
Læsø sand,	
fast lejring	$(c, \phi_{tr}) = (0.8, 44.0) \Rightarrow (1.2, 43.5)$

Disse værdier vil blive anvendt i det følgende.

Skønsformler for friktionsvinklen ϕ_{tr}

Ved mange geotekniske opgaver er det økonomisk uforsvarligt at anvende triaxialforsøg, og man har derfor indført såkaldte skønsformler, der på basis af så simple forsøg som muligt, fastlægger en rimelig værdi ϕ_{sk} af ϕ_{tr} . Man må naturligvis forlange af sådanne formler, at ϕ_{sk} kun i meget begrænset omfang kan blive større end den triaxialt målte ϕ_{tr} . Der må være en rimelig midlæufigelse $(\phi_{tr} - \phi_{sk})_m$, hvis størrelse afhænger af den tilsvarende spredning $s(\phi_{tr} - \phi_{sk})$.

Et rimeligt forlangende til en skønsformel må være, at man kun i et begrænset antal tilfælde (f.ex. 2%), skønner så meget forkert, at hele $f\phi$ beslaglægges. ($f\phi \sim 5^\circ$)

De to tidligere nævnte skønsformler anvendes på det nye forsøgsmateriale.

FUN: $\phi_{sk} = 30^{\circ}.2 - 3,2/U + (14,1 - 4,3/U)I_D$
 med korrektion for kornform som angivet side 6.

$$(\phi_{tr} - \phi_{sk})_m = 2^{\circ}.5 \quad ; \quad s = 2^{\circ}.8 \quad ;$$

f ϕ beslaglægges i ca. 4% af tilfældene.

FUN: uden korrektion for kornform
 $(\phi_{tr} - \phi_{sk})_m = 0^{\circ}.5 \quad ; \quad s = 2^{\circ}.3 \quad ;$
 f ϕ beslaglægges i ca. 8% af tilfældene.

NHC 1: $\phi_{sk} = 28^{\circ}.2 + 0,4U + 1,6 \log_{10} \frac{d_{50}}{1 \text{ mm}} + 10I_D$
 uden korrektion for kornform.

$$(\phi_{tr} - \phi_{sk})_m = 1^{\circ}.8 \quad ; \quad s = 2^{\circ}.2 \quad ;$$

f ϕ beslaglægges i ca. 2% af tilfældene.

Man kan endelig opstille et udtryk af NHC-typen, hvor konstanterne bestemmes ad statistisk vej. Man får herved

NHC 2: $\phi_{sk} = 30^{\circ}.1 + 0,2U + 8,8I_D$
 $(\phi_{tr} - \phi_{sk})_m = 0^{\circ}.6 \quad ; \quad s = 1^{\circ}.82 \quad ;$
 f ϕ beslaglægges i ca. 2% af tilfældene.

Fordelen ved at anvende NHC 2 er, at friktionsvinklen skønnes større.

Der indgår hverken kornform eller korndiameter i denne formel, idet forsøgsmaterialet ikke egner sig til at finde en eventuel variation.

Ny og simpel skønsformel

De anførte formler lider alle af den skavank, at der i laboratoriet skal bestemmes både U , e_{\max} , e_{\min} , d_{50} og i marken skal poretalet bestemmes.

Af formlerne fremgår det umiddelbart, at friktionsvinklen først og fremmest afhænger af den relative lejringstæthed, der igen afhænger af poretalet. Endvidere vokser ϕ_{sk} med voksende U . Uensformighedstallet er et udtryk for materialets evne til at opnå tætte lejringer, altså igen et mål for poretalet.

Det vil derfor være naturligt at undersøge, om en direkte afhængighed mellem e og ϕ_{sk} kan give lige så gode resultater. Da partialkoefficienten $f\phi$ anvendes på $\tan\phi$ er det naturligt at lade $\tan\phi$ indgå. På figur no 5 er $\frac{1}{e}$ og $\tan\phi_{tr}$ afbildet i dobbeltlogaritmisk afbildning. Heraf ses det, at en rimelig formel vil være

$$\sqrt{e} \tan\phi = 0,56$$

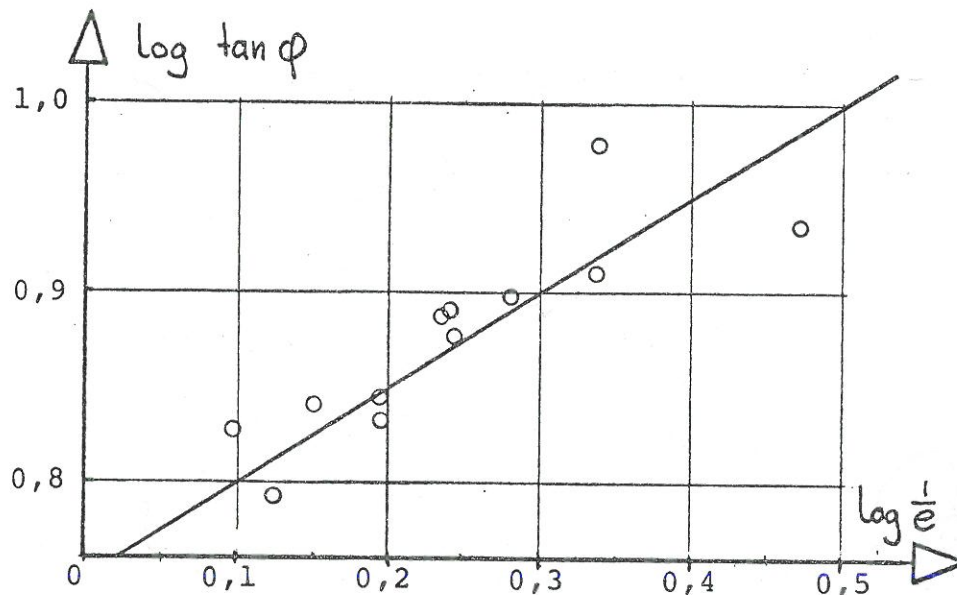


fig. 5

Denne formel er ikke fundet ved statistisk udjævning, men er valgt for at være simpel at huske. Konstanten er valgt til 0,56 for at formelen kan opfylde de samme krav som de bedste af de øvrige formler.

$$(1): \quad \sqrt{e} \tan\phi_{sk} = 0,56$$

$$(\phi_{tr} - \phi_{sk})_m = 0^{\circ}.44 ; \quad s = 1^{\circ}.86 ;$$

$f\phi$ beslaglægges i ca. 2% af tilfældene.

Formlen er altså lige så god, som NHC 2, og langt nemmere i brug, da den ikke forudsætter kendskab til andet end poretalet.

Kender man derudover også I_D og U kan man til den ved formel (1) bestemme ϕ_{sk} lægge $\Delta\phi_{sk}$ bestemt ved

$$(2): \quad \Delta\phi_{sk} = (3,8 - U)(1,3I_D - 0,77) + 0,8$$

Herved fås

$$(\phi_{tr} - \phi_{sk})_m = 0 \quad \text{og} \quad s = 1,1$$

ϕ beslaglægges i ca. 1% af tilfældene.

Korrektionsformlen må antages at skifte udseende, hvis forsøgs-
materialet udvides.

Tabel 1. Sammenligning af skønsformler.

O B S E R V A T I O N	U	G-12 sand			Læsøsand			Lyngbyvejsand			Stabilt grus			
		1,6			1,8			2,0			10,7			
		0,23			0,39			0,10			0,78			
		e	0,52	0,64	0,75	0,47	0,57	0,64	0,58	0,71	0,80	0,33	0,47	0,59
		I _D	1,04	0,63	0,27	0,94	0,49	0,18	0,85	0,52	0,29	1,05	0,74	0,45
		φ _{tr}	38°3	35°1	31°8	43°5	36°8	34°3	37°6	34°6	33°6	40°9	38°9	38°0
FUN (incl. Δφ _s)	φ _{sk}	38°1	33°4	29°3	36°4	31°2	27°5	37°8	33°8	31°1	42°3	38°0	34°1	
	Δφ	0°2	1°7	2°5	7°1	5°6	6°8	-0°2	+0°8	+2°5	-1°4	0°9	3°9	
FUN (excl. Δφ _s)	φ _{sk}	40°1	35°4	31°3	39°4	34°2	30°5	38°8	34°8	32°1	44°3	40°0	36°1	
	Δφ	-1°8	-0°3	0°5	4°1	2°6	3°8	-1°2	-0°2	1°5	-3°4	1°1	1°9	
NHC 1	φ _{sk}	38°2	34°1	30°5	37°6	33°1	30°0	35°9	32°6	30°3	42°8	39°7	36°8	
	Δφ	0°1	1°0	1°3	5°9	3°7	4°3	1°7	2°0	3°3	-1°9	-0°8	1°2	
NHC 2	φ _{sk}	39°6	36°0	32°8	38°7	34°8	32°0	38°0	35°1	33°1	41°5	38°8	36°2	
	Δφ	-1°3	-0°9	-1°0	4°8	2°0	2°3	-0°4	-0°5	+0°5	-0°6	+0°1	1°8	
√e tanφ _{sk} = 0,56	φ _{sk}	37°8	35°0	32°9	39°2	36°6	35°0	36°3	33°6	32°1	44°3	39°2	36°1	
	Δφ	0°5	0°1	-1°1	4°3	0°2	-0°7	1°3	1°0	1°5	-3°4	-0°3	+1°9	
Korrektionsformel (2)	Δφ _{sk}	2°1	0°9	-0°1	1°7	0°5	-0°3	1°4	0°6	0°1	-3°3	-0°5	+2°1	
	φ _{sk}	39°9	35°9	32°8	40°9	37°1	34°7	37°7	34°2	32°2	41°0	38°7	38°2	
	Δφ	-1°6	-0°8	-1°0	2°6	-0°3	-0°4	-0°1	+0°4	1°4	-0°1	+0°2	-0°2	

På grund af manglende oplysninger har det ikke været muligt at
prøve formel (1) på de ældre forsøg.

Konklusion

På grundlag af 107 sandforsøg i det nye triaxialapparat udført med fire forskellige sandsorter er undersøgt muligheden for at opstille en skønsformel for sands friktionsvinkel, der er bedre end den, der fås af FUNDERINGSNORMERNE.

Sandet er betragtet som en ren friktionsjord, idet der er set bort fra den kohæsion, der blev fundet. Herved er indbygget en lille sikkerhed i forhold til anvendelse af den såkaldte sekantfriktionsvinkel, der fremkommer ved at sætte $\bar{c} = 0$ før udjævningen af forsøgsresultaterne.

Den formel, der er lettest at anvende er

$$\sqrt{e} \tan \phi_{sk} = 0,56.$$

Ved at anvende denne formel vil man i 2% af tilfældene beslaglægge hele ϕ .

Kendes I_D og U kan der udregnes en korrektion til ϕ_{sk} , hvorved spredningen nedsættes yderligere.

Denne formel giver anvendt på forsøgsmaterialet gennemsnitlig en 2° højere friktionsvinkel, med korrektionsleddet 2.5° højere, end funderingsnormerne gør det.

Den foreslåede formel bør derfor anvendes med nogen forsigtighed. Forsøgsresultaterne stammer fra ensartede zonebrud. Ved andre brudmåder, hvor der er fare for progressivt brud, bør konstanten derfor reduceres noget.

Hvis stor forsigtighed i skønnet er ønskeligt, kan man anvende

$$\sqrt{e} \tan \phi_{sk} = 0,53$$

hvorved $(\phi_{tr} - \phi_{sk})_m = 1.9^\circ$ og $s = 1.8^\circ$

Formlen giver stadig større friktionsvinkel end funderingsnormerne, men spredningen er en del mindre, således at man alligevel har større sikkerhed mod fejlskøn.

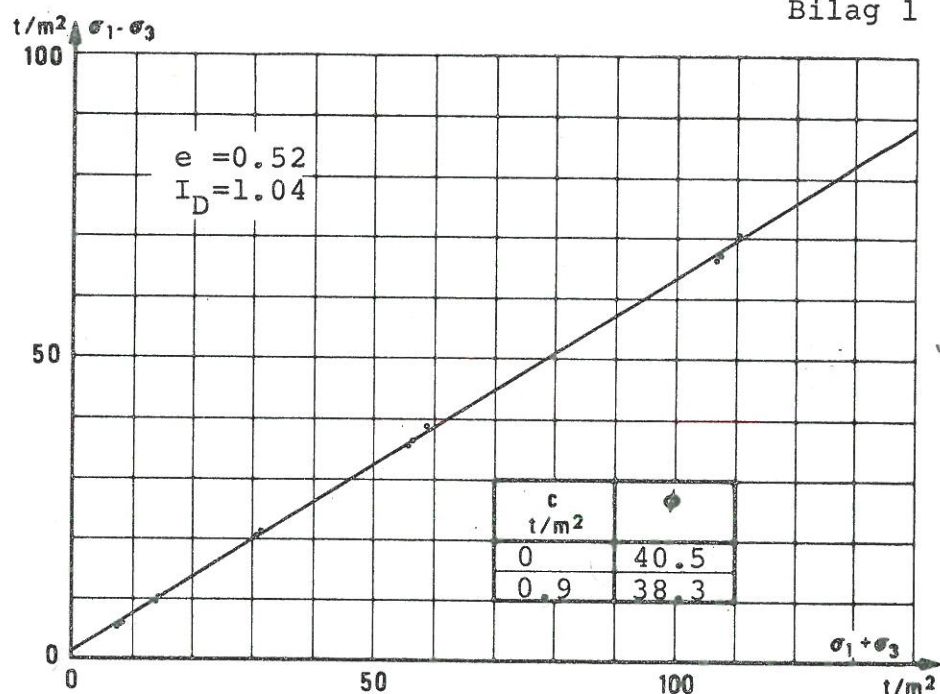
Referencer

N.H. Christensen: Skøn af sands friktionsvinkel.
D.G.I. internt memo 1966 no 2.

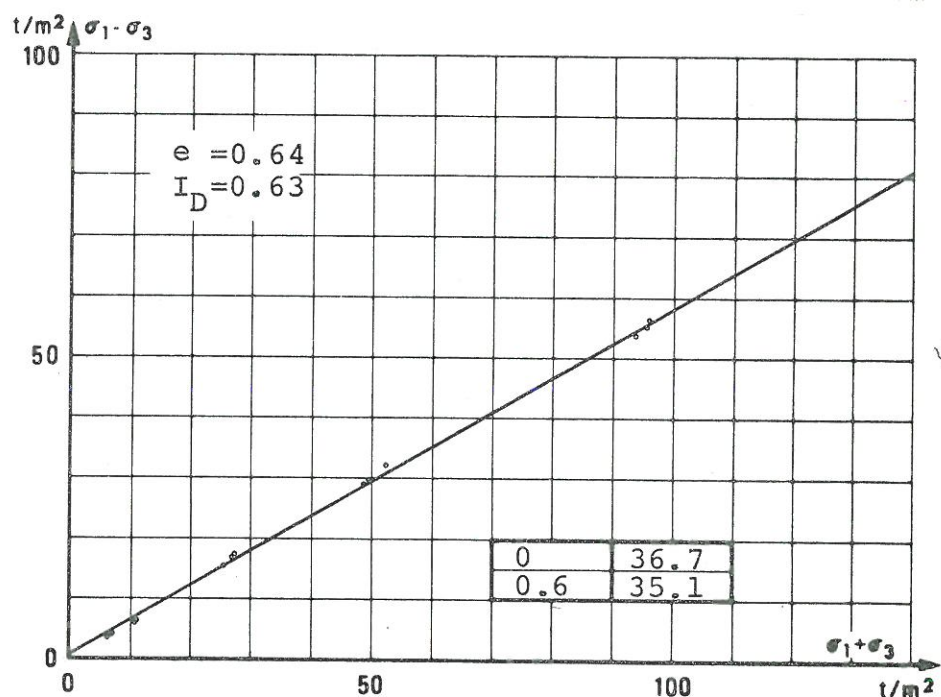
Bent Hansen og
D. Odgård: Bearing Capacity Tests on Circular
Plates on Sand.
GIB no. 8.

Moust Jacobsen: New oedometer and new triaxial apparatus
for firm soils.
GIB no 27, København 1970.

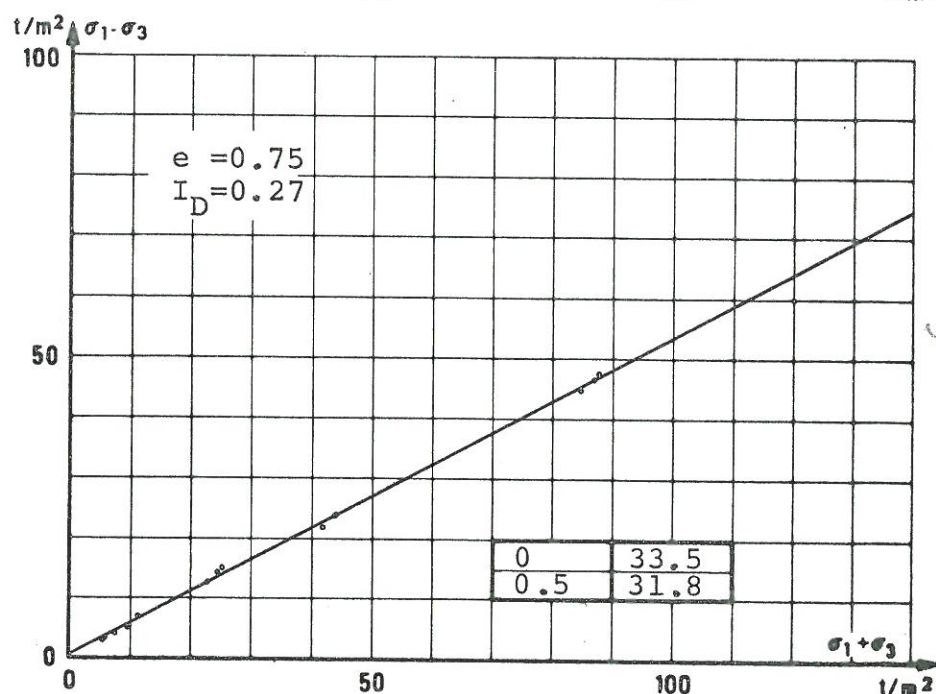
Forsøg- nr.	σ_3 t/m ²	$\sigma_1 - \sigma_3$ t/m ²
00.116	20	66.5
00.117	20	67.2
00.118	20	70.4
00.119	10	36.4
00.120	10	35.9
00.121	10	38.9
00.122	5	20.5
00.123	5	20.3
00.124	5	21.4
00.125	2	10.2
00.126	2	9.8
00.127	2	10.2
00.128	1	6.0
00.129	1	5.2
00.130	1	5.7



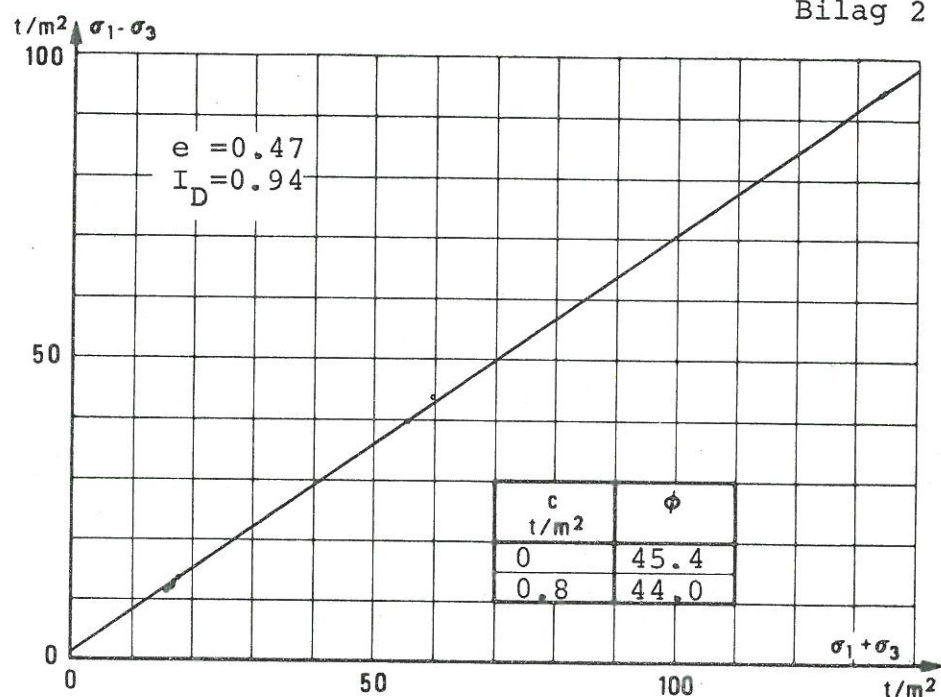
03.116	20	56.07
03.117	20	53.89
03.118	20	55.46
03.119	10	32.35
03.120	10	29.63
03.121	10	28.85
03.122	5	15.49
03.123	5	17.53
03.124	5	17.20
03.125	2	6.56
03.126	2	6.96
03.127	2	6.56
03.128	1	4.10
03.129	1	4.13
03.130	1	4.39



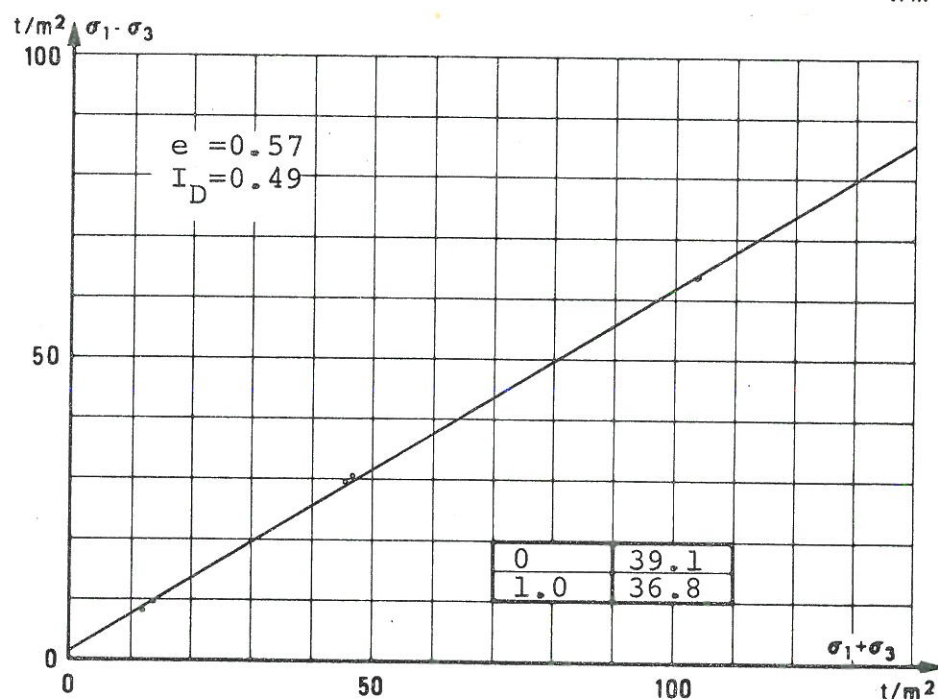
02.116	20	44.84
02.117	20	47.41
02.118	20	46.93
02.119	10	23.95
02.120	10	23.92
02.121	10	21.76
02.122	5	12.61
02.123	5	14.30
02.124	5	15.21
02.125	2	5.54
02.126	2	7.02
02.127	2	5.56
02.128	1	4.38
02.129	1	3.21
02.130	1	3.34



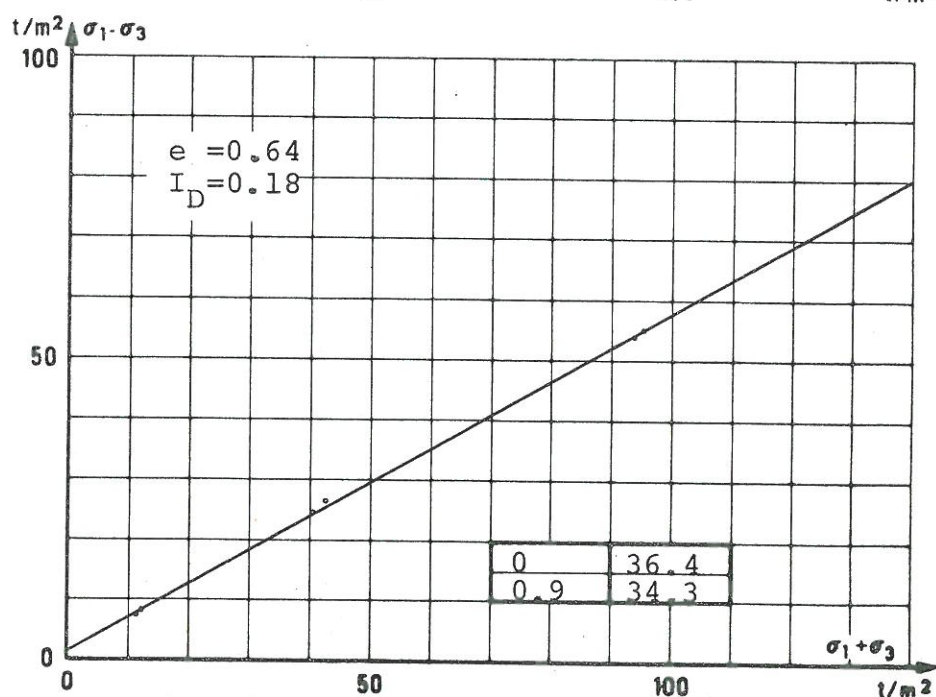
Forsøg-nr.	σ_3 t/m ²	$\sigma_1 - \sigma_3$ t/m ²
40.101	2	12.36
40.102	2	12.38
40.107	2	12.05
40.160	2	11.49
40.161a	2	12.71
40.161b	2	13.76
40.161c	2	12.72
40.103	8	43.79
40.104	8	39.72
40.105	20	94.69
40.106	20	94.13



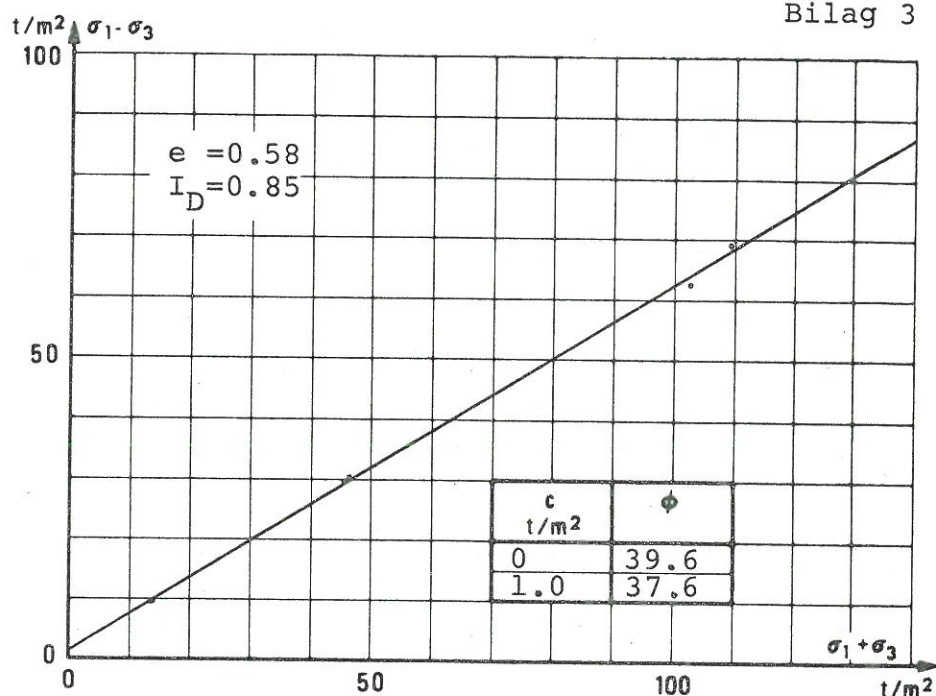
43.101	2	9.79
43.102	2	8.18
43.103	8	29.59
43.104	8	30.71
43.105	20	63.41
43.106	20	63.60



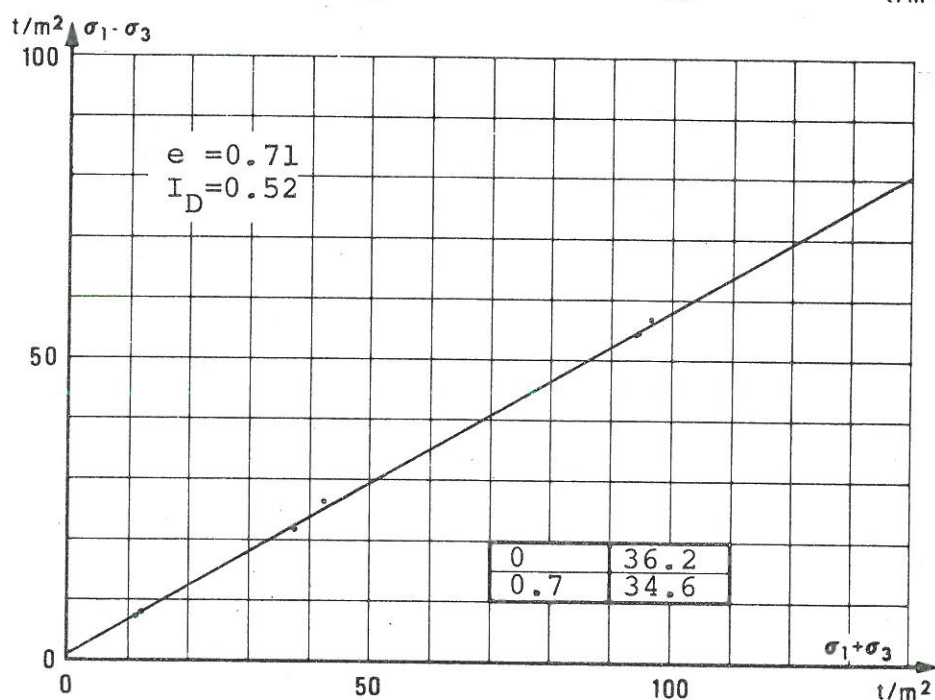
42.101	2	8.21
42.102	2	7.33
42.103	8	24.53
42.104	8	26.52
42.105	20	53.88
42.106	20	55.21



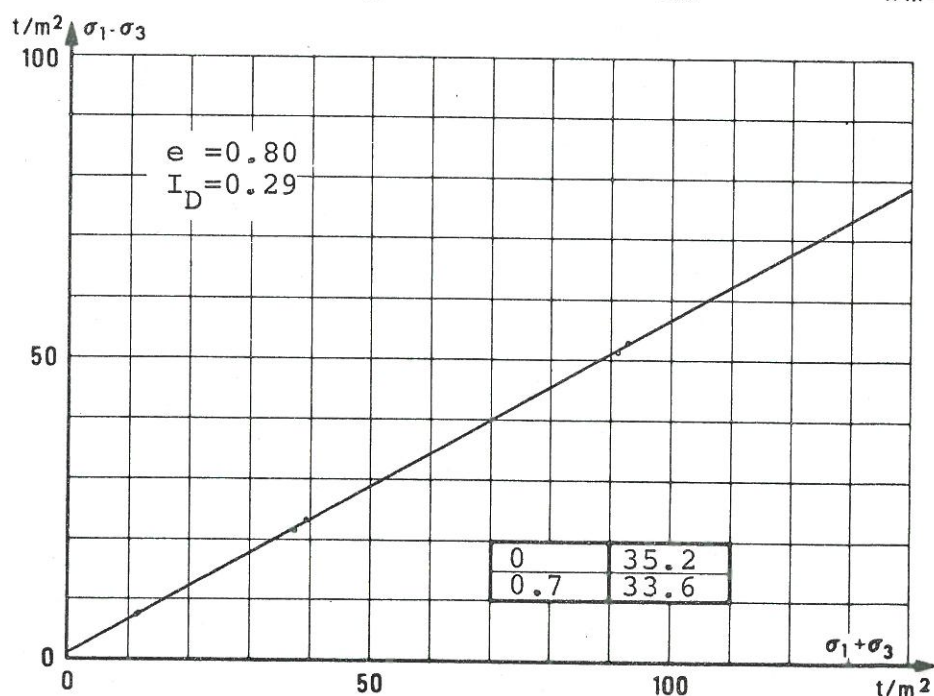
Forsøg- nr.	σ_3 t/m ²	$\sigma_1 - \sigma_3$ t/m ²
60.101	2	9.59
60.104	2	9.61
60.102	8	29.42
60.105	8	30.37
60.103	20	62.57
60.106	20	69.19



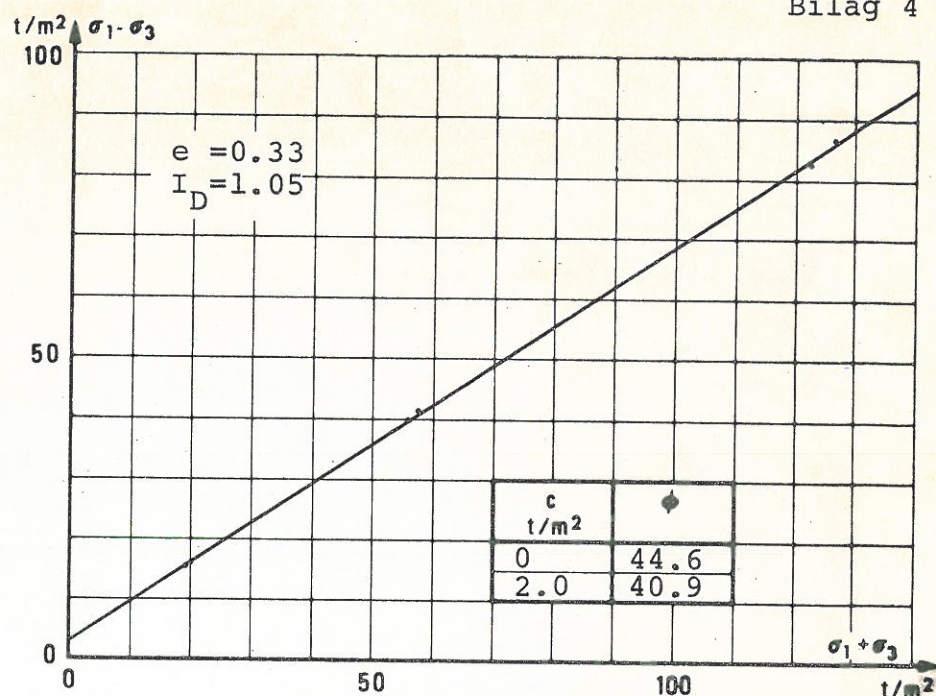
63.101	2	7.33
63.104	2	8.06
63.102	8	21.62
63.105	8	26.40
63.103	20	54.66
63.103b	20	56.45
63.107	20	54.02



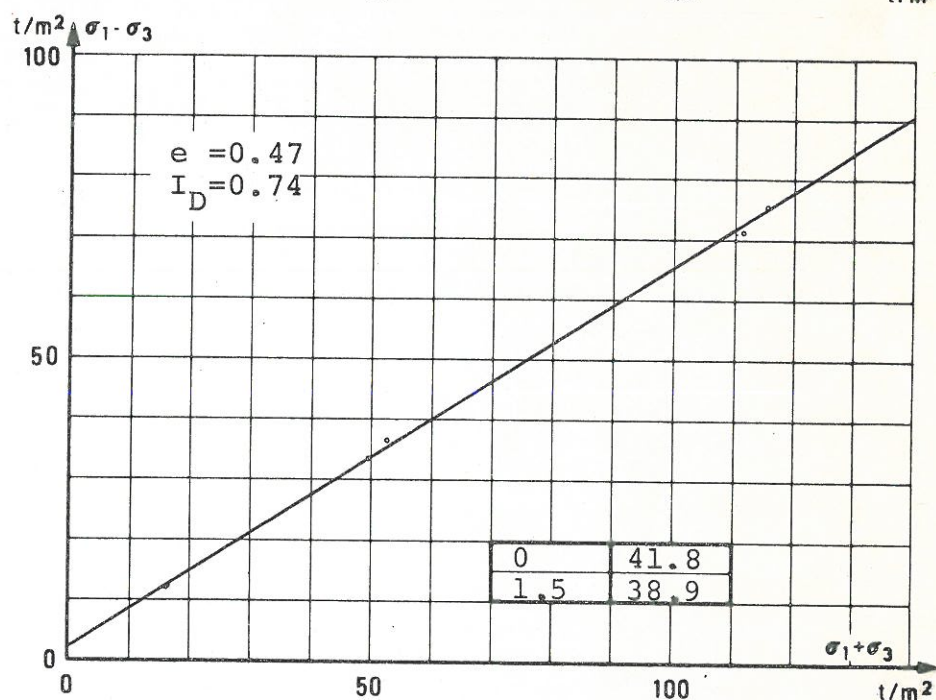
62.101	2	7.40
62.104	2	7.24
62.102	8	21.50
62.105	8	23.41
62.106	20	52.75
62.107	20	51.23



Forsøg- nr.	σ_3 t/m ²	$\sigma_1 - \sigma_3$ t/m ²
50.101	2	16.06
50.102	2	15.33
50.103	8	39.84
50.104	8	41.55
50.105	20	86.47
50.106	20	82.29



53.101	2	12.25
53.102	2	12.08
53.103	8	36.44
53.104	8	33.57
53.105	20	75.35
53.106	20	71.30



52.101	2	6.96
52.102	2	8.95
52.162	2	7.90
52.163	2	9.19
52.103	8	25.37
52.104	8	35.69
52.105	20	72.44
52.106	20	71.62

